

Einführung in die Künstliche Intelligenz



Dr. Holger Pfeifer
Leiter Kompetenzfeld
Software Dependability

fortiss

Landesforschungsinstitut des Freistaats Bayern
für softwareintensive Systeme



Landesforschungsinstitut des Freistaats Bayern für software-intensive Systeme

- anwendungsorientierte Forschung in Software- und Systems-Engineering
- verlässliche Software für Industrie und öffentliche Verwaltung
- produktbezogene Lösungen, Konzepte, Plattformen und Werkzeuge



130

Mitarbeiter



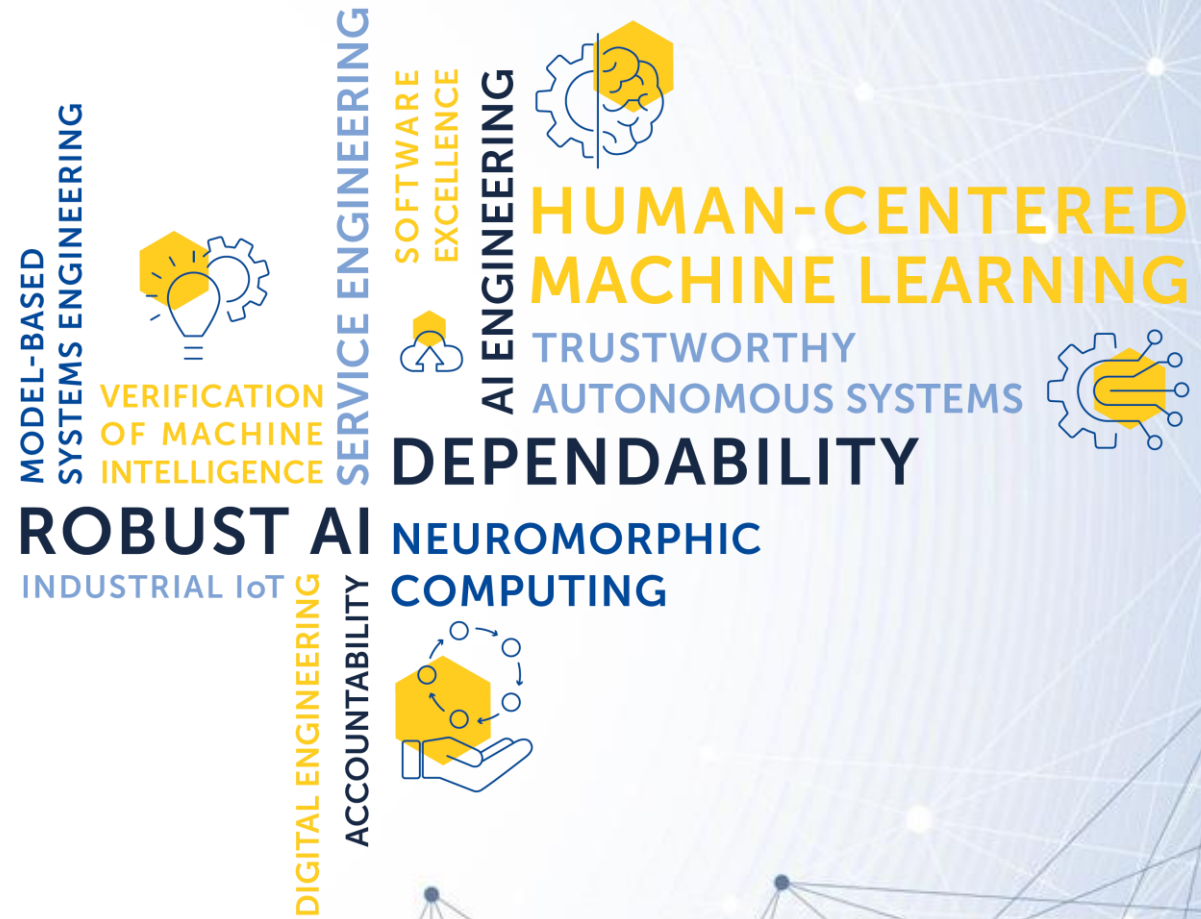
60

laufende
Forschungsprojekte



150

Forschungspartner



KI ist hochaktuell



Die Bundesregierung

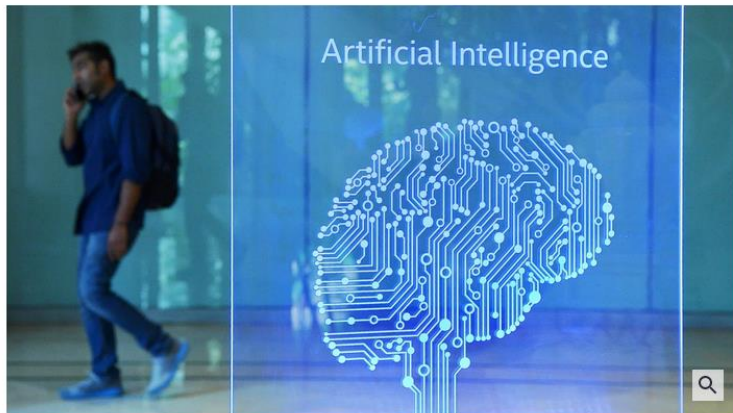
Strategie Künstliche Intelligenz

KI als Markenzeichen für Deutschland

"KI made in Germany" soll zu einem internationalen Markenzeichen für moderne, sichere und gemeinwohlorientierte KI-Anwendungen auf Basis des europäischen Wertekanons werden. Damit das gelingt, hat das Kabinett die von BMWi, BMBF und BMAS gemeinsam vorgelegte Strategie Künstliche Intelligenz beschlossen.

12. September 2020, 11:02 Uhr Software

Die meisten künstlichen Intelligenzen sind strunzdumm



Beim Chip-Konzern Intel fand 2017 ein "Tag der Künstlichen Intelligenz" statt. Aber was bedeutet der Begriff wirklich? (Foto: AFP)



SZPlus Digital Recruiting Bye, bye, Bauchgefühl

Immer mehr Firmen verlassen sich auf künstliche Intelligenz, um den richtigen Kandidaten zu finden. Dadurch werden die Bewerbungsprozesse einfacher und günstiger - aber sind sie für die Bewerber auch fairer?

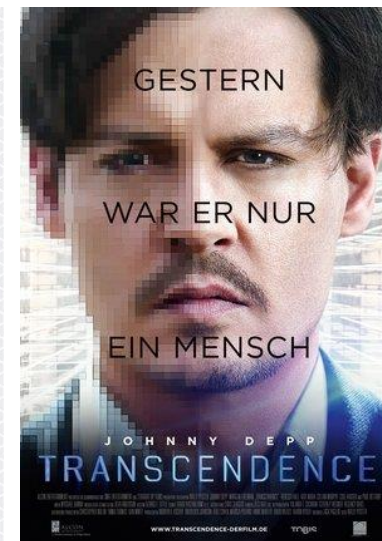
Von Alexandra Strauß



jetzt Künstliche Intelligenz "Eine KI lernt Diskriminierung von jedem einzelnen Nutzer"

Die Informatikerin KENZA AIT SI ABBU LYADINI erklärt, wann Algorithmen problematisch werden und warum sich nicht nur in der IT-Branche viel ändern muss.

Interview von Marie Campisi



Medien & TV / Tatort-Vorschau zu „KI“

14:00 Uhr / 21.10.2018

„Tatort“ München: Leitmayr und Batic gegen künstliche Intelligenz

Im neuen Münchner „Tatort“ spielt ein Computerprogramm eine zwielichtige Rolle beim Verschwinden einer 14-Jährigen. Lohnt sich das Einschalten?



Künstliche Intelligenz

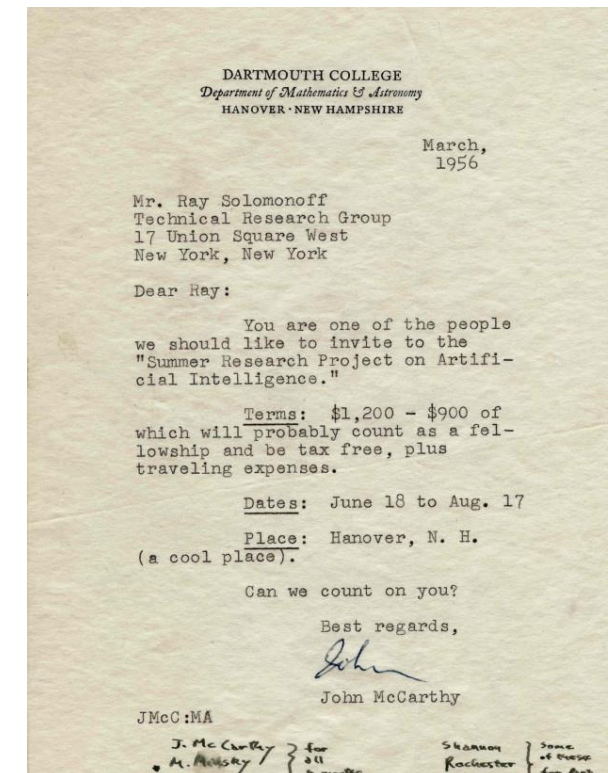
Ein neuer Hype?

- ▶ Anfänge schon in den 50er Jahren
 - Der Begriff "Artificial Intelligence" wurde 1956 beim "Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence" Workshop geprägt
- ▶ Wissenschaftliche Konferenzserien
 - IJCAI: International Joint Conferences on Artificial Intelligence seit 1969
 - AAAI: Konferenz der Association for the Advancement of Artificial Intelligence seit 1980

A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence

August 31, 1955

*John McCarthy, Marvin L. Minsky,
Nathaniel Rochester,
and Claude E. Shannon*



Meilensteine der KI-Technologien

1950

- Turing Test
- Erster Artikel über Schach-Computer

1957

- Rosenblatt entwickelt Perceptron, Grundlage späterer Neuronaler Netzwerke

1970er - 1980er

- 1. KI-Winter: Technologie-Limitierungen führen zu Enttäuschungen und weniger Forschung

Späte 1980er - 1990er

- 2. KI-Winter: Enttäuschende Ergebnisse bestehender KI-Systeme

Seit 2010

- Big Data und Deep Learning
- Private Technologien wie digitale Assistenten

1955

- McCarthy prägt den Begriff KI

1961

- GM verwendet den ersten industriellen Roboter (Unimate)

1980er

- Expertensysteme beflügeln KI-Forschung
- Forscher wie Hopfield entwickeln Neuronale Netzwerke weiter

Seit 1990er

- Datenmengen und Rechenleistung ermöglichen die Realisierung früherer KI-Visionen

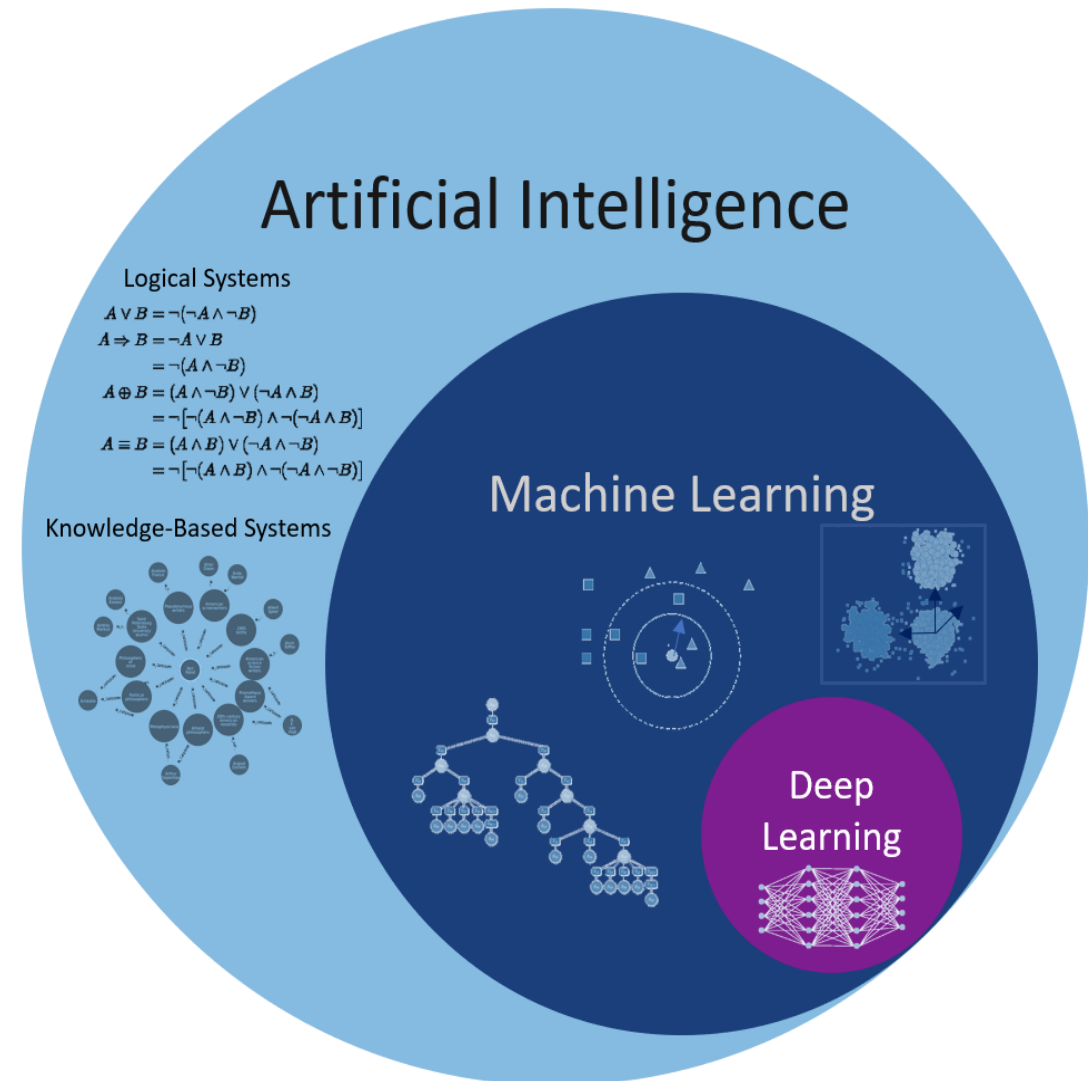
Definitionen

- ▶ **1955 John McCarthy:** “The objective of Artificial Intelligence is to develop machines that behave as if they are intelligent”
- ▶ **1983 Elaine Rich:** „Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.“
- ▶ **1991 Encyclopedia Britannica:** „KI ist die Fähigkeit digitaler Computer oder computergesteuerter Roboter, Aufgaben zu lösen, die normalerweise mit den höheren intellektuellen Verarbeitungsfähigkeiten von Menschen in Verbindung gebracht werden ...“

Abgrenzung

KI und Maschinelles Lernen

- ▶ KI und Maschinelles Lernen („Machine Learning“) oft synonym verwendet
 - Machine Learning als Teilbereich von KI
- ▶ Robotik erfordert die Verbindung von Wissen verschiedener Bereiche
 - z.B. Machine Learning, Sensorik, Bildverarbeitung, Mechanik
 - Robotik nutzt als Anwendungsfeld viele Werkzeuge aus der KI



Forschungsgebiete

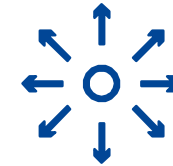
Einteilung in fünf Themenbereiche



Problemlösen
durch Suche



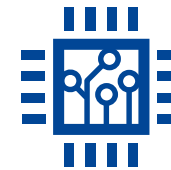
Wissen, Schließen
und Planen



Unsicheres Wissen
und Schließen



Kommunizieren,
Wahrnehmen und
Handeln



Maschinelles
Lernen

Anwendungsbereiche

Bildverstehen und Computer Vision	Verarbeitung natürlicher Sprache	Navigation	Autonome Systeme	Wissensbasierte Systeme/ Expertensysteme
<ul style="list-style-type: none"> Objekterkennung Umgebungserkennung Eventerkennung Lageerkennung Vollständigkeitserkennung Bewegungserkennung Qualitätskontrolle ... 	<ul style="list-style-type: none"> Schrifterkennung Spracherkennung Übersetzung Textgenerierung Extraktion der Bedeutung von Sätzen und Satzteilen ... 	<ul style="list-style-type: none"> Positionserkennung Routenplanung (Vorab) Trajektorienplanung ... 	<ul style="list-style-type: none"> Auftragssteuerung wandlungsfähige Fabrik Anwenderunterstützung in der Produktion Autonome Fahrzeuge Intelligentes Energiemanagement ... 	<ul style="list-style-type: none"> Dateninterpretation Überwachung Diagnose Planung Prognose Entwurf ...
Empfehlungsdienste	Assistenzsysteme	Mensch-Maschine-Kommunikation	Datamining (Verarbeitung heterogener Daten)	...
<ul style="list-style-type: none"> Inhaltsbezogen: z.B. E-Mail Filter, Empfehlung für Dokumente, ... E-Commerce: z.B. Empfehlung von Kunden Services: z.B. Empfehlung von Experten für Beratung ... 	<ul style="list-style-type: none"> Informationssammlung Lernen und Einüben Entscheidungshilfe Assistenz bei der Ausführung Initiierung von Prozessen Kontrolle ... 	<ul style="list-style-type: none"> Chatbots Telefonbots Ein-/Ausgabe von Informationen am Computer ... 	<ul style="list-style-type: none"> Datenvorverarbeitung Datenintegration Datenauswahl Datamining/Datenanalyse Korrelationsbewertung Wissensrepräsentation ... 	<ul style="list-style-type: none"> ...

Zwei zentrale Paradigmen

Symbolische KI:

- ▶ Ursprung ist menschenartige KI
- ▶ Bester Weg zur Entwicklung einer KI: Belieferung der KI mit von Menschen lesbaren Informationen
- ▶ Beispiel: KI als Arzt – KI mit medizinischen Lehrbüchern beliefern

Konnektionismus (auch: Subsymbolische KI, Neuronale KI):

- ▶ Ursprung ist rationale KI
- ▶ bester Weg zur Entwicklung einer KI: Rohinformationen an KI liefern, um eigenes implizites Wissen aus Analyse aufzubauen
- ▶ bezieht sich vor allem auf neuronale Netze

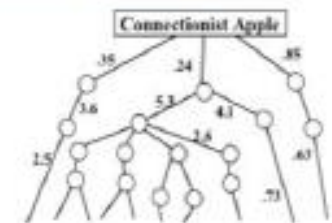


Wissensrepräsentation

Neuronale KI / Konnektionismus

Evolutionäre
Algorithmen

Neuronale
Netze



Maschinelles Lernen

Symbolische KI

Repräsentation und Verarbeitung von Wissen

- ▶ Bei Algorithmen der Symbolischen KI steht die **Logik** im Zentrum, während subsymbolische Algorithmen wie Neuronale Netze *datengetrieben* sind.
- ▶ Symbolische Modelle: Wissen in Formen von expliziten Symbolen (z.B. Wörter) in speziellen Datenstrukturen (z.B. Ontologien)
- ▶ Logische Beziehungen zwischen den Symbolen

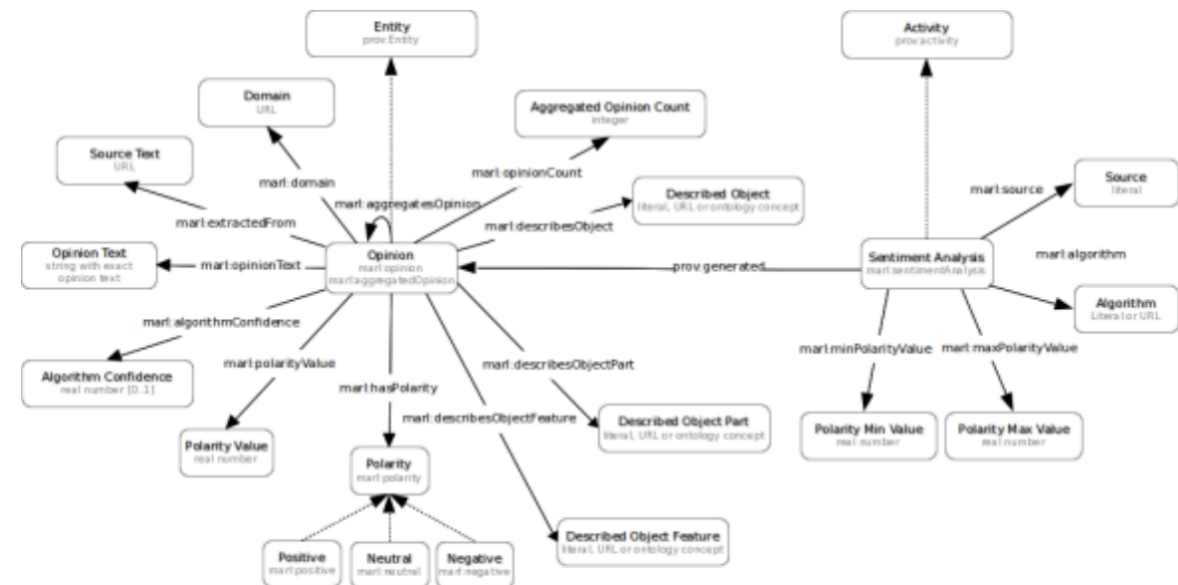
Beispiel:

[Blaubeere

[ist eine Frucht]

[ist rund]

[hat blaue Farbe]



Sub-symbolische KI

Maschinelles Lernen kann in zahlreichen Gebieten hilfreich sein:

- ▶ Bei stark regelbasiertem Code oder langen Regellisten, die “von Hand” gepflegt werden müssen: ML kann das Problem meist deutlich sauberer und effizienter lösen (z.B. Spamfilter, Schachcomputer, ...)
- ▶ Bei Problemen, für die es nicht explizite / regelbasierte Programmierung überhaupt keine (weitreichende) Lösung gibt oder diese an ihre Grenzen stößt (z.B. Sprach- oder Bilderkennung)
- ▶ Bei sich stark / schnell verändernden Umgebungen für die angestrebte Lösung (z.B. Finanzmärkte): bestimmte ML Algorithmen können sich gut an aktuelle Daten anpassen
- ▶ Generell bei großen Datenmengen (in entsprechender Qualität), aus denen sich Wissen ergeben soll (Data-Mining)

Maschinelles Lernen

Identifikation möglicher Anwendungsfelder

Im Geschäftsumfeld können verschiedene Problemtypen auftreten, die sich für die Identifikation von Einsatzgebieten für Maschinelles Lernen anbieten:

Klassifikation

- Ermöglicht die Kategorisierung neuer bzw. unbekannter Fälle in zuvor erlernte Gruppen, wie etwa Bilder oder Dokumente

Clustering

- Erstellt Gruppierungen für Datensätze auf Basis gemeinsamer / ähnlicher Eigenschaften bspw. bei der Gruppierung von Kunden

Anomalie-Erkennung

- Zur Identifikation von Eingaben, die ungewöhnlich sind, d.h. vom erlernten Muster abweichen, z.B. bei "Predictive Maintenance"

Ranking

- Ranking-Algorithmen werden eingesetzt, wenn Ergebnisse bspw. einer Abfrage geordnet / priorisiert werden sollen, z.B. favorisierte Kundenprodukte

Kontinuierliches Schätzen

- Basierend auf einer Menge an Trainingsdaten wird der nächste numerische Wert geschätzt, z.B. Zeitreihen bei Verkaufsprognosen.

Empfehlungen

- Das System bietet Empfehlungen auf Basis von Trainingsdaten, wie etwa Einkaufsdaten von Kunden für ähnliche Produkte

Datengenerierung

- Erfordert ein System zur Erstellung von neuen Datensätzen basierend auf Trainingsdaten, z.B. bei Musikkompositionssystemen

(Sonstige) Optimierungen

- Erfordert ein System, das Ausgaben generiert, die diese Ergebnisse hinsichtlich einer Zielfunktion optimieren, z.B. optimaler Kraftstoffverbrauch

Maschinelles Lernen

Unterscheidung verschiedener Verfahren

Die unterschiedlichen Verfahren des Maschinellen Lernens lassen sich grundlegend anhand wesentlicher Merkmale unterscheiden

Lernstil

- Überwacht
Trainiert mit gekennzeichneten Daten (z.B. "Spam" / "nicht Spam")
- Unüberwacht
Trainiert mit nicht gekennzeichneten Daten (z.B. Clustering von Kunden)
- Bestärkend
Lernen durch "Belohnung" /z.B. Laufen von Robotern)
- Sonstige / Mischformen
z.B. semi-überwachtes Lernen

Art der Verarbeitung

- Stapel
Für die Anpassung des Systems wird stets die gesamte Datenmenge gebraucht (zeit- und ressourcenintensiv)
- Online
Die Anpassung des Systems kann mit neuen Daten instanzweise oder in kleinen Stapeln aktualisiert werden. Wichtig bei sich schnell verändernden Problemen

Art der Generalisierung

- Instanzbasiert
generalisiert neue Fälle mithilfe der vorhandenen Daten (z.B. dieselbe Klassifikation wie bei den ähnlichsten vorhandenen Daten)
- Modellbasiert
generalisiert neue Fälle mithilfe eines trainierten Modells (z.B. durch Berechnung über eine gelernte Regressionsgerade)

Maschinelles Lernen

Stärken und Schwächen verschiedener Ansätze

	Überwachtes Lernen	Unüberwachtes Lernen	Bestärkendes Lernen
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none">▶ Daten liegen als Paare von Vektoren (x,y) vor, wobei y das sog. <i>Label</i> ist▶ Daten werden in Training/Testset geteilt▶ Algorithmus lernt aus Trainingsdaten▶ Güte des Algorithmus wird im Testset bestimmt	<ul style="list-style-type: none">▶ Daten enthalten kein Label, d.h. es liegt nur (x) vor▶ Auffinden von Mustern steht im Vordergrund	<ul style="list-style-type: none">▶ Lernen basiert auf iterativen Feedback▶ Algorithmus (<i>KI-Agent</i>) führt eine <i>Aktion</i> aus, die zu einem Ziel führen soll und erhält dafür eine <i>Belohnung</i>▶ KI-Agent soll Belohnung maximieren
Stärken/Schwächen	<ul style="list-style-type: none">▶ Nützlich für Klassifizierung und Regressionen▶ Akkuratheit direkt messbar durch Testset▶ Labels müssen vorhanden sein (evtl. aufwändig zu annotieren)	<ul style="list-style-type: none">▶ Nützlich für Clustering, Anomalie-Erkennung, Assoziationsregel-Erkennung, Autoencoding▶ Oft einfache Algorithmen vorhanden▶ Güte der Ergebnisse schwer quantifizierbar (evtl. Check durch Experten)	<ul style="list-style-type: none">▶ Nützlich für das Trainieren von Robotern, Systeme zur Unterstützung von autonomen Fahren, oder in Spielen▶ Agent balanciert Exploration neuer Strategien mit bekannten Strategien▶ Explizite Regeln können nicht einfach hinzugefügt werden

Künstliche Intelligenz

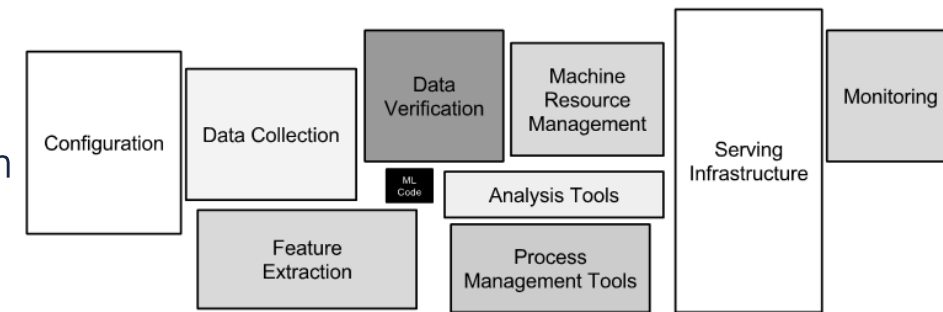
Schlussbemerkungen

Vorzüge:

- ▶ Zahlreiche Anwendungsfelder: Industrieproduktion, Handel, Transport, Finanzen, Gesundheit, Recht, Werbung, Versicherung, Unterhaltung, Bildung und wahrscheinlich jede andere Industrie...
- ▶ Große Bedeutung für die Wirtschaft: KI als Wachstumsmotor für die deutsche Industrie.
 - Besonderes Potenzial in Fertigungsindustrien mit ihrem hohen Anteil an vorhersehbarer Tätigkeit

Hürden:

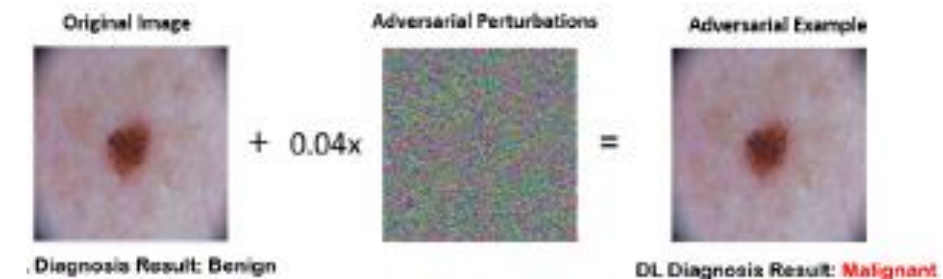
- ▶ Small Data: adäquate Daten oftmals nicht/kaum verfügbar...
- ▶ Technische Schulden: ein KI-System ist mehr als nur maschinelles Lernen, und es zu bauen und zu betreiben ist ein ernsthaftes Unterfangen
- ▶ „AI Engineering“ ist nötig
 - Erfolgsversprechende KI-Systeme erfordern umfassenden Erfahrungsschatz
 - Vorgehensweisen/Methoden des Software Engineering nicht direkt auf KI übertragbar
 - Industrie-Standards zur Entwicklung und Betrieb verlässlicher und sicherer KI fehlen



Sculley et al, Hidden technical debt in ML systems, 2015

Herausforderungen:

- ▶ KI bietet neue Angriffsflächen (Vertraulichkeit?, IP?)
- ▶ ... und ist noch unsicher (Zulassbarkeit?), intransparent (Akzeptanz?), (Energie/ Daten-)ineffizient (embedded AI?) und nicht allzu robust (z.B. unbekanntes Terrain?)



Vielen Dank



Dr. Holger Pfeifer
Leiter Kompetenzfeld
Software Dependability

fortiss

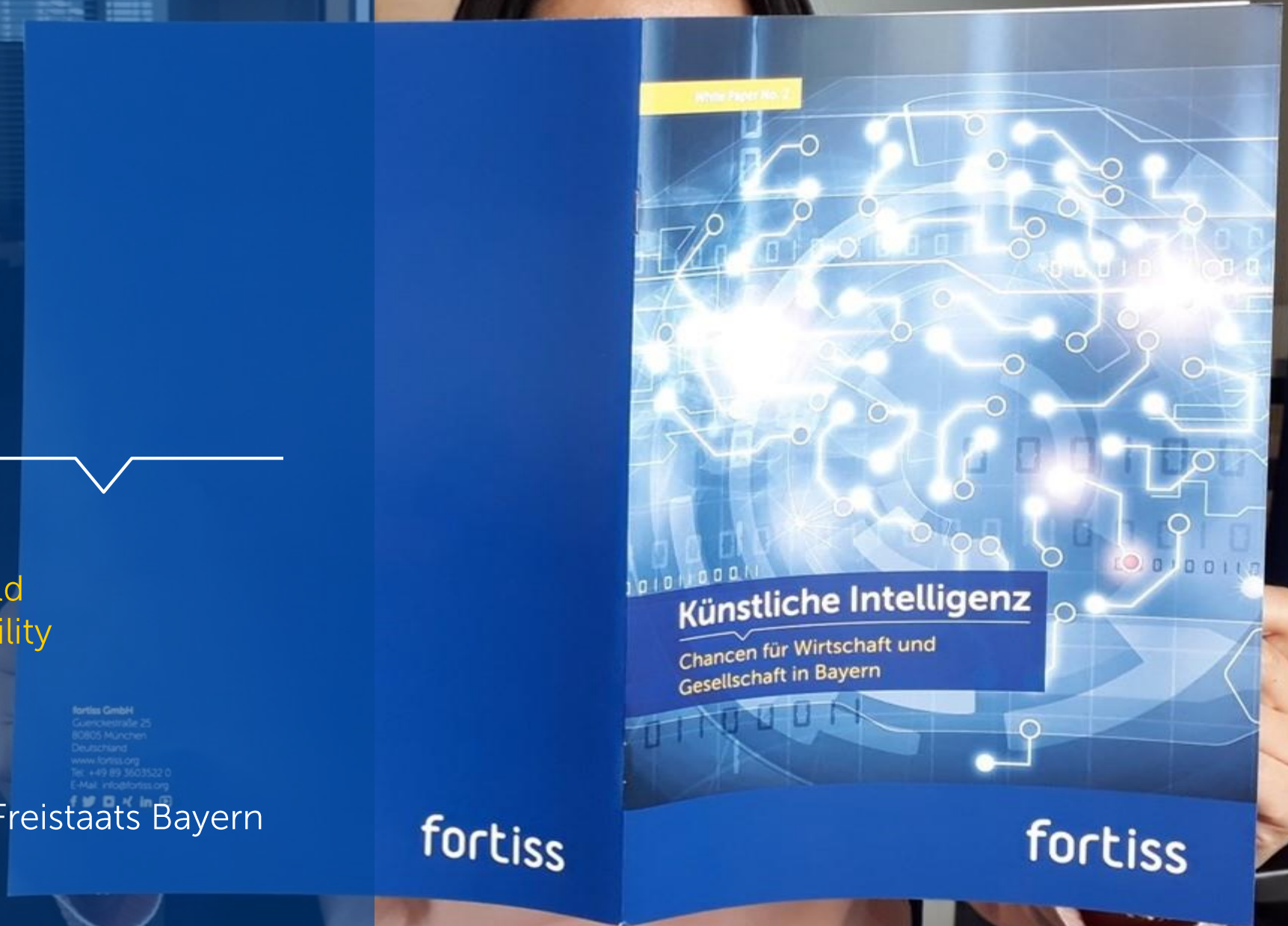
Landesforschungsinstitut des Freistaats Bayern
für softwareintensive Systeme

fortiss GmbH
Guertelstraße 25
80805 München
Deutschland
www.fortiss.org
Tel: +49 89 3603322 0
E-Mail: info@fortiss.org



fortiss

fortiss



Contact

Dr. Holger Pfeifer
fortiss GmbH
Forschungsinstitut des Freistaats Bayern
Guerickestraße 25 · 80805 München · Germany
pfeifer@fortiss.org
Tel +49 89 3603522 29



fortiss